

# 環境大気濃度から排ガス濃度を推定する手法の研究 —厚木米海軍基地に隣接する産廃焼却炉を事例として—

青山 貞一（環境総合研究所所長、ゴミ弁連技術顧問）○  
梶山 正三（未来市民法律事務所弁護士、ゴミ弁連会長）  
鷹取 敦（環境総合研究所主任研究員）

## 1. 厚木基地におけるダイオキシン問題の経緯

神奈川県米海軍厚木基地(NAF)に隣接し立地するエンパイロテック社(旧神環保)の産廃焼却炉のDXNを含む排ガスに関し、米政府はかねてより、日本政府に対し操業停止を含む改善を申し入れてきた。だが日本政府は国内法規の適用限界などを理由に十分な対応をしてこなかった。その後、米政府はハワイにある民間分析機関(ア-テック社)に、厚木基地内焼却炉の風下地点にて、米国環境保護庁(以下EPA)の指針にそい環境大気中ダイオキシン類(以下、DXN)の現地試料採取を行ない濃度分析を行なった。

米政府は分析結果を日本政府に提示した。しかし、日本政府は過去の日本の環境濃度の測定値、それも焼却施設周辺地域の値と比べ桁高いことを理由に、米国側の分析方法に問題があるなどと、国会の委員会でも批判した。

その後、米政府はクリントン大統領、オルブライト国務長官、コーエン国防長官(いずれも当時)など、米政府要人が来日するたびに厚木基地に立ち寄り、産廃焼却炉によるDXN汚染の現場を視察し、日本政府に汚染の改善を強く申し入れた。その結果、平成10年9月18日に日本政府は米政府の改善要求を受け、関係機関が一致協力し厚木基地DXN汚染問題に対処することを閣議了解した。

## 2. 日米共同モニタリング調査の内容

閣議了解をもとに、平成11年7月7日から9月1日の約2ヶ月間(56日間)、日米両政府が共同で産廃焼却炉周辺の3地点において、環境大気中DXN(PCDD+PCDF及びCo-PCB)の連続濃度測定を行うこととなった。この共同モニタリング調査は、従来の日本の環境大気中DXNの測定分析で義務づけられていなかった、いわゆる「サンプリング・スパイク」(以下、SS)を適用し1日単位で連続して56日間にわたる高精度な濃度分析を行った。現地料採取は図2-1にあるサイトA(厚木米海軍家族用住宅屋上)、サイトB(焼却炉風下300m近く)、サイトC(焼却炉南南東背後地)の3ヶ所で実施された。

### 2-1 日米共同モニタリング調査結果

表2-1に夏期56日間の日米共同モニタリング調査による環境大気中のDXN濃度の測定分析結果を示す。これらのデータは、当初、日本の環境庁が平成11年10月に速報として公表したものの確定値である。

測定結果は、表2-1にあるように、産廃焼却炉の風下のサイトBで最高54pg-TEQ/m<sup>3</sup>(速報値では58pg-TEQ/m<sup>3</sup>)と、日本の環境基準(0.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>)の実に97倍と高濃度となっている。また56日間の期間平均濃度も、6.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>(速報値では8pg-TEQ/m<sup>3</sup>)と環境基準の11倍と高濃度である。さらに図2-2からは、試料採取期間中、日によって大気中DXN濃度が著しく変動していることが分かる。表2-1では56日間の最高値と最小値の比は、サイトAで40倍、サイトBで557倍、サイトCで43倍にも達していることが分かった。これは測定する日により、サイトBを例にとれば、0.097pg-TEQ/m<sup>3</sup>にも54pg-TEQ/m<sup>3</sup>にもなることを意味している。

図2-1 厚木基地産廃周辺の環境大気中DXN濃度測定地点図

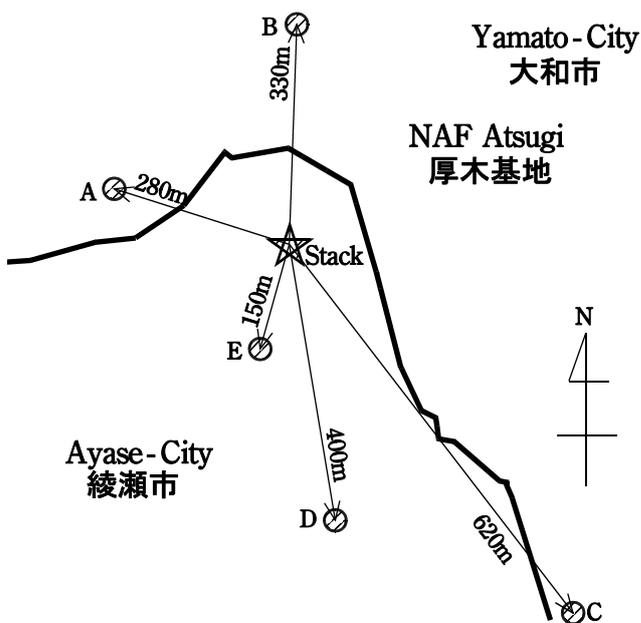
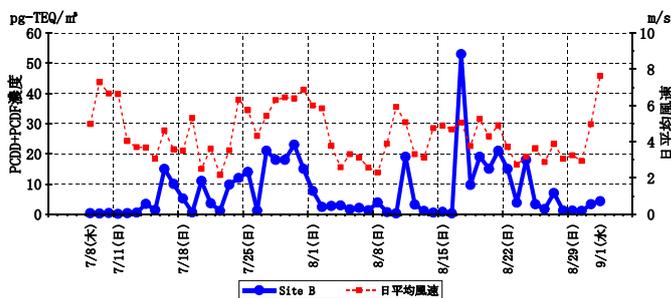


表2-1 厚木基地内大気中のDXN濃度 pg-TEQ/m<sup>3</sup>

	ダイオキシン類			コプラナーPCB含		
	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
大気A地点	0.060	2.5	0.50	0.070	2.8	0.55
大気B地点	0.090	50	6.1	0.097	54	6.6
大気C地点	0.029	1.4	0.23	0.035	1.5	0.25

出典：厚木基地日米共同モニタリング調査、2000年2月

図2-2 厚木基地B地点大気中DXN類濃度



出典：厚木基地日米共同モニタリング調査、1999年10月速報

### 2-2 環境庁と神奈川県による冬期調査

さらに平成11年12月27日から平成12年2月21日にかけて連続56日間にわたり、冬期のモニタリング調査が行われた。冬期では北風が卓越することから厚木基地の外の綾瀬市深谷地区の3地点が選定された。測定分析は環境庁と神奈川県が共同で行っているが、夏期調査とは別の会社が実務を担当している。

表2-2に冬期分析結果を示す。厚木基地外(南側)にあ

る綾瀬市深谷地区のサイトE（工業団地）で最高21pg-TEQ/m<sup>3</sup>と言う環境基準の35倍の高濃度が検出された。また試料採取期間中の平均濃度は1.4pg-TEQ/m<sup>3</sup>であった。なお、冬期調査における最高濃度と最小濃度の比は工業団地で191倍、サイトD（本蓼川A）で21倍、住宅地でも15倍と夏期同様著しく大きいことが分かった。

表2-2 厚木基地外の大気中のダイオキシン類濃度調査結果（その2） 単位：pg-TEQ/m<sup>3</sup>

調査地点	最小値	最大値	平均値
工業団地	0.11	21	1.4
本蓼川A	0.062	1.3	0.50
住居地域	0.081	1.2	0.38

出典：  
神奈川県

### 2-3 日米共同による環境大気DXN調査の評価

厚木基地における共同モニタリング調査結果の意味するところは、国際標準測定分析を行なえば、わずかひとつの産廃焼却炉であっても、環境基準(0.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>)を夏期で97倍、冬期で35倍を超す高濃度DXNが環境大気から検出されるということにある。産廃焼却炉が集中する所沢周辺地域で、国際標準の測定分析方法により、焼却炉の風下地点で連続測定を実施すれば、環境基準をはるかに超過する高濃度のDXNが検出される可能性は高いと考えられる。

## 3. 環境大気データからの排ガス濃度の推定

### 3-1 経緯について

平成12年春、米司法省は産廃業者、エンバイロテック社の操

業差し止めの仮処分を横浜地裁に提訴した。平成12年5月、米政府は環境総研に焼却炉の煙出口のDXN排ガス濃度の推定調査を依頼した。具体的には、先に行った平成11年の夏と冬の夏期及び冬期、合計112日間の環境大気中DXNの詳細分析結果と、基地内海上自衛隊が測定している気象データをもとに、産廃焼却炉排ガス中DXN濃度を逆推定、すなわち逆シミュレーションすることにある。

### 3-2 排ガス濃度推定手法について

#### （逆シミュレーション手法）

逆シミュレーションの原理だが、焼却炉からのDXNなどの大気汚染物質の排出量（Q）と風下における環境大気濃度（C）の寄与分は、図3-1に示すように比例する関係にある。そこでまず、逆シミュレーションでは、地形・建築物を考慮可能な3次元の流体シミュレーションモデル(3 Dimensional

Dynamic Model)を用い、煙突から出る排ガス濃度として規準濃度(1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N)を与え、地形、構造物、建築物を考慮し任意の地点の環境濃度をシミュレーションする。この規準濃度でのシミュレーションは気象条件（風向・風速出現頻度）たとえば、夏期56日、冬期56日などの期間を考慮したものとする。

次に、上記の規準濃度設定時の環境大気のシミュレーション濃度結果と環境大気の実測濃度から背景濃度を除いた濃度の比が排ガス濃度の規準濃度（1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N）と実際の排ガス濃度の比に比例すると考えることができる。その関係を用いることで最終的に排ガス濃度を推定することができる。式(3-2)及び図3-2は、それを示したものである。

式(3-1) 逆シミュレーション手法により排ガス濃度を推定する原理

$$\text{排ガス濃度推定値} = \frac{\text{環境大気濃度実測値} - \text{背景濃度}}{\text{規準濃度時の環境大気濃度推定値}} \times \text{規準濃度}(1\text{ng-TEQ/m}^3\text{N}) \quad \text{式(3-2)}$$

図3-1 排ガス濃度と環境大気濃度の関係

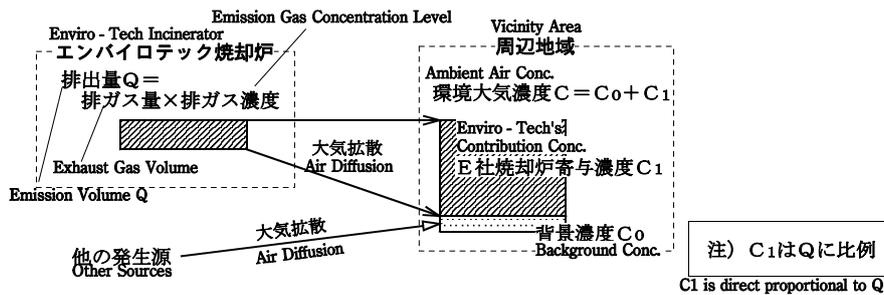
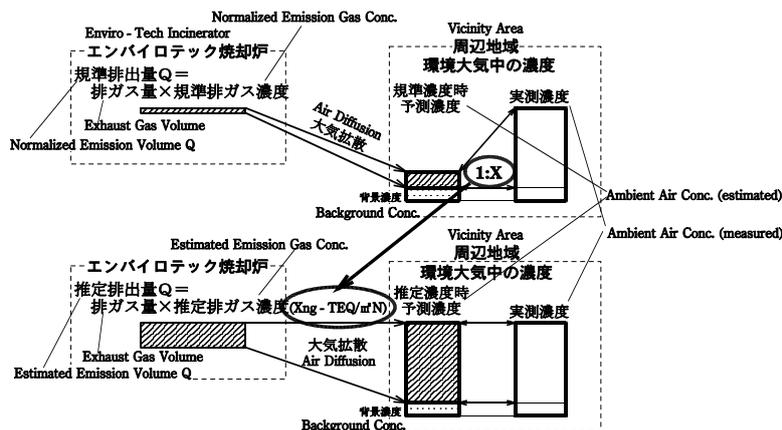


図3-2 規準排ガス濃度時のシミュレーション結果を用いた排ガス濃度の推定方法



### 3-3 用いた発生源データについて

表3-1及び表3-2は、逆シミュレーションにおいて用いたエンパイロテック社の産廃焼却炉の発生源データの一部である。

表3-1 エンパイロテック社焼却炉の排出条件の設定

項目	設定値			単位
	煙突1	煙突2	煙突3	
煙突高	23	23	23	m
煙突口径	1.2	1.3	1.2	m
排ガス温度	160	160	160	℃
排ガス量(乾)	15,000	15,000	15,000	m <sup>3</sup> N/h
規準排ガス濃度	1	1	1	ng-TEQ/m <sup>3</sup> N

注) 上記の設定はシミュレーションに際して仮定した前提条件

表3-2 排ガス量・排ガス温度に関するデータ(参考)

項目	排ガス量 (m <sup>3</sup> N/h)		処理後温度 (℃)	出典
	(湿)	(乾)		
ガス冷却装置入口排ガス量	22,300	—	180	集塵装置の選定条件について、平成11年11月8日
炉出口排ガス量	22,000	—	—	バグフィルタ設置工事仕様書
2号炉排ガス量(定格)	32,500	31,795	70	排煙の排出方法概要書、平成3年2月6日
1号炉排ガス量(定格)	25,100	19,600	120	排煙の排出方法概要書、昭和62年10月26日
2,3号炉排ガス量(定格)	16,540	—	—	
3号炉排ガス量(定格)	29,500	28,232	70	排煙の排出方法概要書、平成5年4月20日
1号炉排ガス量(測定結果)	22,400	18,400	159	計量証明書、採取日:平成4年12月2日
2号炉排ガス量(測定結果)	22,500	18,700	117	報告日:平成4年12月24日

出典:計量証明書は(株)日本衛管指導センター、他はエンパイロテック社(神環保)作成

### 3-4 用いた気象条件

気象データとしては海上自衛隊が基地内の滑走路南側地点(1999年2月以降)で測定している風向・風速測定結果を用いた。測定高はエンパイロテック周辺地表面高より約15m高い地表面からさらに9m高く、エンパイロテック煙突高とほぼ同じレベルである。

図3-3 (1999年度)

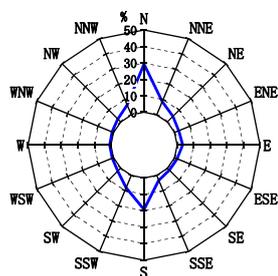


図3-4 (1999年度夏期調査期間)

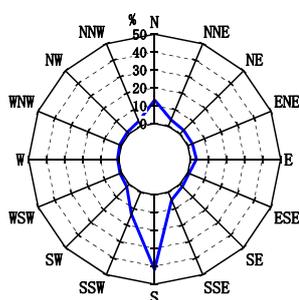


図3-5 (1999年度冬期調査期間)

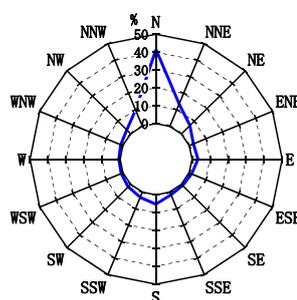


図3-6 (1999年度夏期高濃度日)

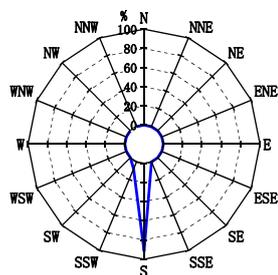


図3-7 (1999年度冬期高濃度日)

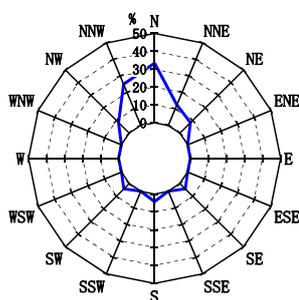
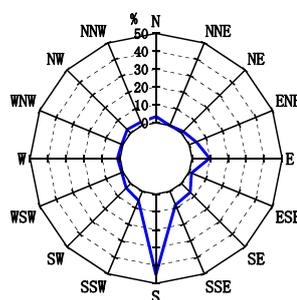


図3-8 (1999年度夏期安定期間)



注) 風配図では風上の方角において出現頻度を示している

### 3-5 3次元流体シミュレーション

「逆シミュレーション」に用いた大気拡散予測モデルは、有限差分法(FDM: Finite Difference Method)によって汚染物質の移流拡散を記述する方程式であるSIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations)法およびこれを改良したSIMPLER法、SIMPLEST法を採用した。本モデルのシミュレーションプログラムは、国立環境研究所研究員により開発

され、環境総合研究所青山貞一により拡充されたものである。

加えて環境総合研究所によって2次元および3次元のグラフィックによる解析プログラムが開発された。このモデルは国立環境研究所研究員により風洞実験で検証されている。有限差分法は風速場の解法および濃度場の解法の双方に用いられている。

### 3-6 3次元流体シミュレーション結果について

図3-9～図3-11は年平均の平面及び断面濃度の推定結果の例を示している。

図3-9 年平均濃度推定の例

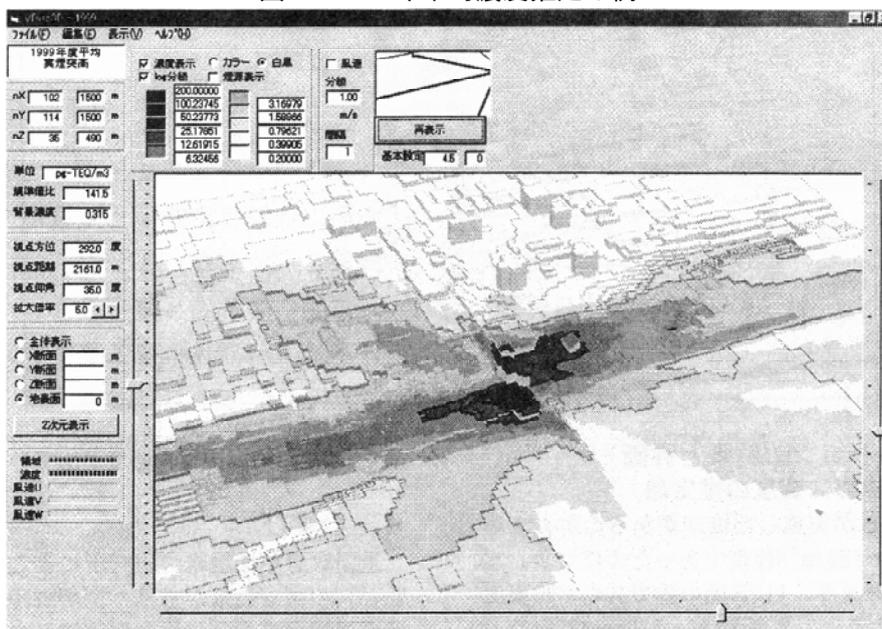


図3-10 年平均濃度推定の例、南北断面図

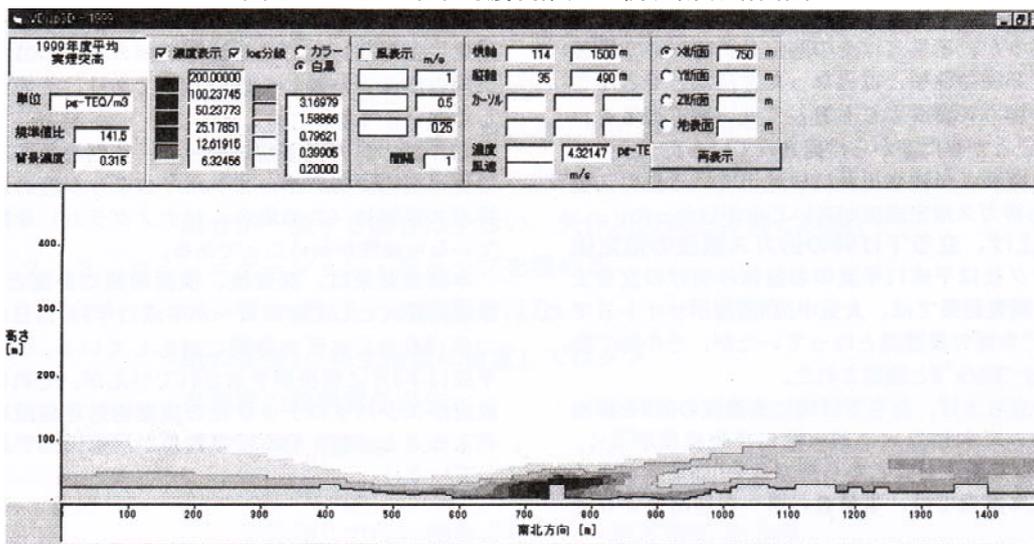


図3-11 年平均濃度推定の例：東西断面図

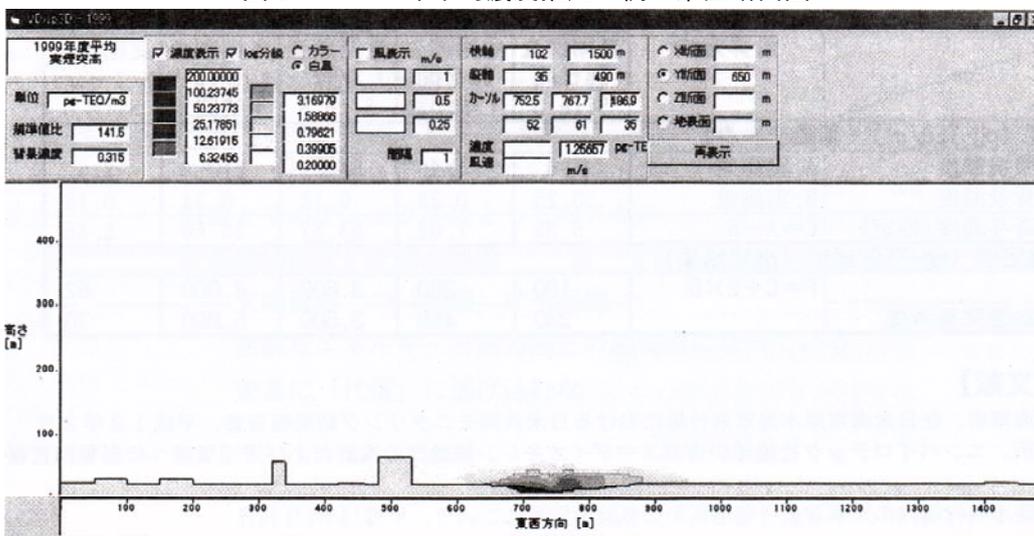
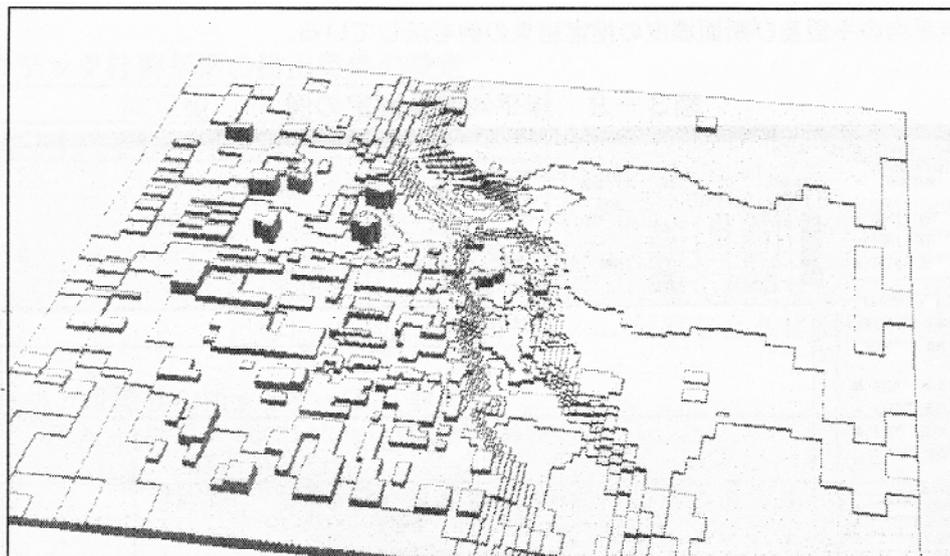


図3-12 作成したシミュレーション対象地域の地形・構造物・建築物データ（例）



### 3-7 逆シミュレーションの結果と評価

#### (1) 操業中の平均排ガス濃度の推定値

エンバイロテック社自らが実施した焼却炉からの排ガス濃度の測定データは4~22ng-TEQ/m<sup>3</sup>N程度であったのに対し、本調査で環境総研が実施した夏冬、112日間の排ガスの平均濃度推定値は表4-1にあるように、夏期が190~230ng-TEQ/m<sup>3</sup>N、冬期が280~480ng-TEQ/m<sup>3</sup>Nと推定された。

通常、産廃焼却炉からの排ガスは業者自らが分析業者をつかい濃度を測定するが、事業者はその測定分析時に通常の産廃の燃焼方法、焼却物の種類とは異なった方法などをとることにより、実際の排ガス濃度よりも著しく低い測定濃度を自治体に届出ていることが専門家から指摘されている。

本調査では、産廃業者が神奈川県に届出ている排ガス濃度の9倍から50倍も排ガス推定濃度が高いことが分かった。

#### (2) 焼却たち上げ、立ち下げ時の排ガス濃度の推定値

エンバイロテック社は平成11年夏のお盆休み明けの立ち上げ時に、日米共同調査結果では、大気中DXN濃度がサイトBで54pg-TEQ/m<sup>3</sup>と前代未聞の高濃度となっていたが、その時の排ガス濃度は3,600ng-TEQ/m<sup>3</sup>Nと推定された。

焼却炉では火の立ち上げ、たち下げ時に高濃度のDXNを排出するとされている。これは点火、消火時に燃焼温度が低く、また不完全燃焼となりやすいことから排ガス中DXN濃度が高くなるためである。本調査では、事業者の県への届出値より最

高で900倍も高い排ガス濃度が出ていたことが分かった。

### 4. むすび

米国政府が環境総合研究所に委託した本「逆シミュレーション」の調査結果からは、産廃焼却炉の排ガス濃度は、事業者が民間測定機関に委託し実施し自治体に届出ている濃度の数倍から数100倍に及ぶことが分かった。

調査結果が意味するところは、エンバイロテック社が神奈川県に毎年届出ている焼却炉排ガス中のDXNの分析濃度は、実際の濃度より著しく低いものであり、その値の信頼性は著しく低いと考えられること。

わが国の排ガス濃度規制値は、依然として欧米の先進諸国に比べ大幅に緩いが、エンバイロテック社の場合、その緩い排ガス規制値（この場合、80ナノグラム）を数10倍も超過している可能性が高いことである。

本調査結果は、調査後、横浜地裁に書証として提出され、原告側証人として青山貞一が平成12年9月21日に主尋問、平成12年10月26日に反対尋問に対応している。同仮処分裁判は、平成13年5月に判決が予定されていたが、それに先立ち、日本政府がエンバイロテック社の廃棄物処理施設を約50億円で接収すること、またその工事費用が20億円弱であることを公表している。

表4-1 厚木基地産廃焼却炉排ガス中ダイオキシン類濃度の推定結果 排ガス濃度の単位：ng-TEQ/m<sup>3</sup>N

		計算方法	期間全平均		高濃度日		安定期間
			夏期調査	冬期調査	夏期調査	冬期調査	夏期調査
			56日間	56日間	8/17	1/10	8/2~8/7
			Site B	工業団地	Site B	工業団地	Site B
環境大気濃度 (pg-TEQ/m <sup>3</sup> ) (基礎データ)							
共通	環境濃度	A:実測値	6.6	1.4	54	21	2.5
	背景濃度 <sup>注2)</sup>	B:実測値	0.25	0.38	0.13	0.34	0.15
	寄与濃度(推定)	C=A-B	6.35	1.02	53.87	20.66	2.35
排ガス濃度推定値 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> N) (推定結果)							
有効煙突高		F=C÷E×D	190	280	3,600	4,000	62
風速別の有効煙突高考慮			230	460	3,600	5,800	70

### 【参考・引用文献】

- ①環境庁/米国海軍省、在日米海軍厚木海軍飛行場における日米共同モニタリング結果報告書、平成12年2月
- ②環境総合研究所、エンバイロテック社焼却炉排ガス中ダイオキシン類濃度の推計および周辺環境への影響調査報告書、2000年9月7日
- ③防衛庁、厚木海軍飛行場内の米軍家族住宅地区の大気環境問題について、平成13年8月24日